

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 59-047728

(43)Date of publication of application : 17.03.1984

(51)Int.Cl.

H01L 21/205

H01L 21/31

(21)Application number : 57-156843

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP  
<NTT>

(22)Date of filing : 10.09.1982

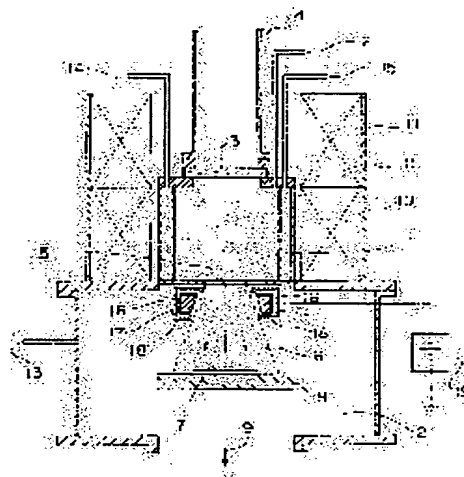
(72)Inventor : MATSUO SEITARO  
ONO TOSHIRO

## (54) METHOD AND APPARATUS FOR PLASMA COATING

## (57)Abstract:

PURPOSE: To form high quality films of materials in very wide range at a low temperature, facilitate maintenance and improve yield by ionizing sputter atoms with plasma flow and forming a film by giving kinetic energy.

CONSTITUTION: A magnetic coil 10 is provided at the circumference of a plasma generating chamber 1 and intensity of magnetic field generated thereby is determined so that the condition of resonance of electron cyclotron by microwave is established at least at a part of inside of plasma generating chamber 1. Moreover, a magnetic field generated by a magnetic coil 10 not only serves for resonance of electron cyclotron in the plasma generating chamber 1 but also effectuates a sample chamber 2. The M atoms sputtered are ionized into M<sup>+</sup> within the flow of plasma 6 and is integrally transferred to a sample board 8 together with the flow of plasma 6. Thereby, a thin film is formed. Accordingly, a film is formed only to a region limited where the sample board 8 is irradiated by the flow of plasma 6 and the film can be formed very efficiently.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

BEST AVAILABLE COPY

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

## Patent &amp; Utility Model Concordance



## Document Number list

	1	2	3	4	5
Application Number	57-156843(1982)				
Unexamined Publication Number	JP,59-047728,A (1984)				
Examined Publication Number	JP,01-036693,B (1989)				
Registration Number	JP,1553959,B				

Please choose a Kind code with Display Type.

Kind code   Display Type  

## ⑫ 特 許 公 報 (B 2)

平1-36693

⑬ Int. Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公告 平成1年(1989)8月2日

H 01 L 21/205  
21/203  
21/317739-5F  
7630-5F  
6708-5F

発明の数 2 (全8頁)

⑮ 発明の名称 プラズマ付着方法および装置

⑯ 特 願 昭57-156843

⑰ 公 開 昭59-47728

⑱ 出 願 昭57(1982)9月10日

⑲ 昭59(1984)3月17日

⑳ 発 明 者 松 尾 誠 太 郎 東京都武蔵野市緑町3丁目9番11号 日本電信電話公社武蔵野電気通信研究所内

㉑ 発 明 者 小 野 俊 郎 東京都武蔵野市緑町3丁目9番11号 日本電信電話公社武蔵野電気通信研究所内

㉒ 出 願 人 日本電信電話株式会社 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号

㉓ 代 理 人 弁理士 谷 義 一

審 査 官 朽 名 一 夫

㉔ 参 考 文 献 特開 昭48-2553 (JP, A) 特開 昭55-141729 (JP, A)

応用物理 第48巻 第6号, (1979-6), p. 557~564

1

2

## ⑳ 特許請求の範囲

1 真空容器内にガスを導入しマイクロ波による電子サイクロトロン共鳴放電を用いてプラズマを発生させる工程と、

前記真空容器内に形成された発散磁界によつてプラズマの流れを試料基板上に導く工程と、

前記プラズマの流れの一部のイオンで、スパッタリング材料によるターゲットをスパッタする工程と、

前記ターゲットから前記プラズマの流れに飛び出したスパッタ原子を前記プラズマの流れに取り込んでイオン化する工程と、

そのイオン化されたスパッタ原子を前記プラズマの流れと共に試料基板まで輸送して前記試料基板に入射させ、当該試料基板上に前記スパッタリング材料の薄膜を形成する工程とを具えたことを特徴とするプラズマ付着方法。

2 ガスを導入しマイクロ波による電子サイクロトロン共鳴放電を用いてプラズマを生成するように構成したプラズマ生成室と、

膜形成すべき試料基板を配置するための試料台を有し、前記試料基板上に薄膜を付着して堆積させる試料室と、

前記プラズマ生成室と前記試料室との間に配置

され、プラズマ流を前記試料室に引出すためのプラズマ引出し窓と、

前記プラズマ生成室から前記試料室に向けて磁界強度が適当な勾配で弱くなる発散磁界の磁界分布をもつ磁界発生手段と、

スパッタリング材料で形成され、前記プラズマ引出し窓と前記試料台との間に配置されたターゲットとを具え、前記プラズマ流の一部のイオンにより前記ターゲットをスパッタし、スパッタ原子を前記プラズマ流に取り込んで前記試料基板まで輸送して前記試料基板に入射させ、当該試料基板上に前記スパッタリング材料の薄膜を形成するようにしたことを特徴とするプラズマ付着装置。

3 特許請求の範囲第2項記載のプラズマ付着装置において、前記ターゲットを前記プラズマ引出し窓の近傍であつて、しかも前記プラズマ流に近接または接触するように配設したことを特徴とするプラズマ付着装置。

4 特許請求の範囲第3項記載のプラズマ付着装置において、前記ターゲットのうち前記プラズマ流に面していない部分をシールド電極によつて覆つたことを特徴とするプラズマ付着装置。

## 発明の詳細な説明

本発明は、半導体集積回路などの電子デバイス

の製造にあたり試料基板上に各種材料の薄膜を形成するための方法および付着装置に関するものであり、特にプラズマを利用して金属や金属化合物の薄膜を低温で高品質に形成するためのプラズマ付着方法および装置に関するものである。

従来、プラズマを利用した膜形成装置としては、大きく分けて、スパッタ装置とプラズマCVD装置がある。前者は主として金属膜または金属化合物膜などを対象とし、後者は主として $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 、 $\text{Si}$ などのシリコン系材料の薄膜形成を対象としている。

原料供給法からみれば、前者は固体材料をターゲットとして、イオンで衝撃し、固体表面から放出されるスパッタ原子を膜形成すべき基板に付着堆積させて膜形成する。後者は原料をガスの形で供給し、例えば $\text{SiH}_4$ や $\text{N}_2$ または $\text{O}_2$ などのガスをプラズマを利用して反応させ、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ や $\text{SiO}_2$ 膜などを形成する。

従来の高周波放電プラズマを利用したプラズマCVD法では、試料基板を $250^\circ\text{C}\sim 400^\circ\text{C}$ に加熱する必要があり、しかも形成された $\text{Si}_3\text{N}_4$ 膜などの膜質も緻密性などの点で不十分であった。

これに対して、マイクロ波を用いて電子サイクロトロン共鳴条件によりプラズマを生成し、発散磁界を用いて試料台上にプラズマを引出して適度のエネルギーでイオン衝撃を引き起こすようにしたECRプラズマ付着法は特願昭55-57877号（特開昭56-155535号公報）に提案されているが、これによれば、基板加熱なしの低温で高温のCVD法に敵する緻密かつ高品質の $\text{Si}_3\text{N}_4$ などのシリコン系の膜を形成することができる。

しかしながら、金属や金属化合物の膜形成の場合には、シリコン系の場合の $\text{SiH}_4$ などのような適当なガスがなく、ガスの形で供給できるものは弗化物、塩化物、臭化物のようなハロゲン化物に限られている。これらハロゲン化物を供給するには加熱を必要とするうえ、プラズマによる分解が困難であり、従って良質の膜を得るのが困難であるという欠点があった。

また、スパッタ法では、試料基板に入射する原子について膜形成反応を促進させるためのイオン化およびイオンエネルギーの制御がなされておらず、低温で付着性のよい良質な膜が得られないという欠点があった。

本発明は以上の状況に鑑みてなされたものであり、その目的は、スパッタ法の原料供給法の容易さと、ECRプラズマ付着法の膜形成特性の特長とを両立させ、かつ両者の欠点を解決して、金属や金属化合物などの薄膜を低温で良質に形成することのできるプラズマ付着方法を提供することにある。

本発明の他の目的は、スパッタ法の原料供給法の容易さと、ECRプラズマ付着法の膜形成特性の特長とを両立させ、かつ両者の欠点を解決して、金属や金属化合物などについて極めて広範囲の材料の薄膜を低温で安定に、かつ良質に形成することのできるプラズマ付着装置を提供することにある。

本発明の更に他の目的は、形成される膜の性質を広範囲に制御できるプラズマ付着装置を提供することにある。

本発明の更に他の目的は、付着の効率が高いプラズマ付着装置を提供することにある。

本発明の更に他の目的は、保守が容易であり、膜形成の歩留りの向上したプラズマ付着装置を提供することにある。

かかる目的を達成するために、本発明プラズマ付着方法では、真空容器内にガスを導入しマイクロ波による電子サイクロトロン共鳴放電を用いてプラズマを発生させ真空容器内に形成された発散磁界によつてプラズマの流れを試料基板上に導き、そのプラズマの流れの一部のイオンでスパッタリング材料によるターゲットをスパッタし、かかるターゲットからプラズマの流れに飛び出したスパッタ原子をこのプラズマの流れに取り込んでイオン化し、そのイオン化されたスパッタ原子をプラズマの流れと共に試料基板まで輸送してこの試料基板に入射させ、当該試料基板上にスパッタリング材料の薄膜を形成する。

本発明プラズマ付着装置は、ガスを導入しマイクロ波による電子サイクロトロン共鳴放電を用いてプラズマを生成するように構成したプラズマ生成室と、膜形成すべき試料基板を配置するための試料台を有し、その試料基板上に薄膜を付着して堆積させる試料室と、プラズマ生成室と試料室との間に配置され、プラズマ流を試料室に引出すためのプラズマ引出し窓と、プラズマ生成室から試料室に向けて磁界強度が適当な勾配で弱くなる発

5

散磁界の磁界分布をもつ磁界発生手段と、スパッタリング材料により形成され、プラズマ引出し窓と試料台との間に配置されたターゲットとを具え、プラズマ流の一部のイオンによりターゲットをスパッタし、スパッタ原子をプラズマ流に取り込んで試料基板まで輸送してその試料基板に入射させ、当該試料基板上にスパッタリング材料の薄膜を形成するように構成する。

ここで、プラズマ生成室では、マイクロ波による電子サイクロトロン共鳴放電によりプラズマを生成するのが好適である。

また、本発明の好適例では、プラズマ生成室から試料室に向けて磁界強度が適当な勾配で弱くなる発散磁界の磁界分布をもつ磁気コイルを有する。

更にまた、本発明では、上述のターゲットをプラズマ引出し窓の近傍であつて、しかもプラズマ流に近接または接触するように配置するのが好適である。

ここで、ターゲットのうち、プラズマ流に面していない部分をシールド電極によつて覆うのが好適である。

以下に図面を参照して本発明を詳細に説明する。

第1図は本発明の一実施例を示し、ここに1はプラズマ生成室、2は試料室である。3はマイクロ波導入窓であり、この実施例では石英ガラス板で形成するものとする。矩形導波管4よりマイクロ波導入窓3を介してプラズマ生成室1へ導かれるマイクロ波のマイクロ波源(図示省略)としては、例えば、周波数2.45GHzのマグネトロンを用いることができる。

プラズマ生成室1において、マイクロ波導入窓3と対向する他端にはプラズマ引出し窓5を設け、この窓5を介して、生成されたプラズマからプラズマ流5を引出して、試料基板7を載置した試料台8上に導く。試料室2は排気系9に接続されている。この排気系9は、例えば排気容量調整バルブ、液体窒素トラップ、排気能力2400ℓ/secの油拡散ポンプおよび排気能力500ℓ/minの油回転ポンプ(いずれも図示省略)により構成できる。

プラズマ生成室1は、マイクロ波の電界強度を高め、マイクロ波放電の効率を高めるように、マ

6

イクロ波空洞共振器の条件にするのが好都合である。そこで、かかる一例として、円形空洞共振モードTE<sub>112</sub>を採用し、プラズマ生成室1を内のり寸法で、直径15cm、高さ15cmの円筒形状とした。計算上では、かかる条件を満たすのは、直径15cmに対して高さ約14cmとなるが、プラズマ生成後の左回り円偏波の波長の変化を考慮して上述のように高さ15cmを採用した。なお、サイクロトロン運動電子と直接結合する右回り円偏波の波長はプラズマ生成により十分波長が短くなり、プラズマ生成後は厳密な高さ寸法の規定を必要としない。プラズマ引出し窓5は一例として直径6cm程度の円形窓とすることができる。

プラズマ生成室1の外周には磁気コイル10を周設し、これによつて発生する磁界の強度を、マイクロ波による電子サイクロトロン共鳴の条件がプラズマ生成室1の内部の少なくとも一部で成立するように定めるものとする。周波数2.45GHzのマイクロ波に対しては、この条件は磁束密度875Gであるため、磁気コイル10はこれ以上の最大磁束密度を発生し得るように構成する。また、磁気コイル10によつて発生する磁界は、プラズマ生成室1における電子サイクロトロン共鳴に供するだけでなく、その磁界が試料室2にも及ぶように構成してあり、試料室2内の磁界の強度はプラズマ引出し窓5から試料台8に向けてさらに適当な勾配で減少する発散磁界の形成にも供され、それによりプラズマ生成室1から試料台8へのプラズマ流6の引出しにも用いるものとする。

電子サイクロトロン共鳴により高エネルギー状態となった円運動電子の磁気モーメントと発散磁界の磁界勾配との間の相互作用により、電子は試料台8の方向に円運動をしつつ加速される。しかし、試料台8の表面とプラズマ生成室1とは電気的に絶縁して構成しているので、試料台8が負の電位を発生し、プラズマ流中に電子を減速させ、イオンを加速する電界を発生し、試料台8上に同数の電子とイオンが到達するような条件が保たれる。すなわち、この発散磁界構成により、電子のエネルギーがイオンの試料台8への入射エネルギーに変換され、適度のイオン衝撃によつて効率のよい付着と膜形成反応を生じる。この場合のイオンエネルギーは5~30eV程度であり、マイクロ波パワーやガス圧などによつてその値を制御する

ことができる。

ガス導入系としては、プラズマ生成室 1 に Ar、  
N<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>などのプラズマ生成用ガスを導く第  
1 ガス導入系 1 2 と、試料室 2 に SiH<sub>4</sub>などの原料ガスを導入する第 2 ガス導入系 1 3 との 2 系統  
を有する。

また、プラズマ生成室 1 の壁部には給水口 1 4  
から冷却水を流し、その冷却水を排水口 1 5 から  
排出することによりプラズマ生成室 1 を冷却す  
る。また、同様に、試料台 8 および磁気コイ  
ル 1 0 も冷却できるようになっている。

以上の構成は、上述した特願昭 55-57877 号に  
開示されているプラズマ付着装置とほぼ同様の構  
成とすることができる。

本発明では、さらに、試料室 2 において、プラ  
ズマ引出し窓 5 に近接してプラズマ流 6 を取り囲  
む形状でプラズマ流 6 に近接または接触するよう  
に、Al、Mo、Nb などのスパッタリング材料に  
よるリング状のスパッタリング用ターゲット 1 6  
を配置する。ここで、ターゲット 1 6 はターゲッ  
ト電極 1 7 に取付け、ターゲット 1 6 のプラズマ  
流 6 に面していない部分を接地電位のシールド電  
極 1 8 によつて間隙 5~10mm をもつて覆い、それ  
により、ターゲット 1 6 のスパーク放電等の異常  
放電あるいは不要なイオン入射を防止するよう  
にするのが好適である。

スパッタリング用ターゲット電極 1 7 はさらに  
スパッタ用電源 1 9 に接続する。この電源 1 9  
は、例えば、最大電圧 1000V、最大電流 1A の容  
量の直流電源とする。スパッタ用電源 1 9 として  
は高周波スパッタ装置と同様の考えで高周波電源  
を用いることもできる。スパッタリング用ターゲ  
ット電極 1 7 には水冷などにより冷却する機構も  
設けてもよい。

スパッタリング用ターゲット電極 1 7 が負にな  
るように電源 1 9 を接続して、例えば、第 1 ガス  
導入系 1 2 からアルゴン (Ar) ガスを導入して  
プラズマを生成した場合、第 2 図に示すように、  
プラズマ流 6 中のアルゴンイオン Ar<sup>+</sup>が、スパッ  
タリング用ターゲット 1 6 の負電位によつて加速  
されてターゲット 1 6 の表面に入射・衝撃し、ス  
パッタリング用ターゲット 1 6 を構成する金属 M  
の原子がスパッタされてプラズマ流 6 中にび出  
す。かかるプラズマ流 6 中でこのスパッタ原子は

イオン化されて M<sup>+</sup>となり、先に説明したように、  
プラズマ流 6 中に発生している電界により、その  
イオン M<sup>+</sup>は試料台 8 の方向に輸送され、適度の  
エネルギーと方向性を与えられて試料基板 7 に入  
射して付着し、堆積して金属 M の膜が形成され  
る。

この場合、イオン化されたスパッタ原子の入射  
エネルギーとプラズマ流中の他のイオンの衝撃は  
膜形成反応の促進に重要な役割を果たす。

スパッタリング用ターゲット 1 6 の表面は磁界  
方向にほぼ平行の状態となつてゐるため、スパッ  
タリング用ターゲット 1 6 から放出される 2 次電  
子は円運動しつつターゲット表面近傍でドリフト  
運動をしながら捕捉され、マグネトロン放電と同  
様のメカニズムでスパッタリング効率を高めてい  
る。それと共に、ターゲット 1 6 へのイオン衝撃  
の安定化に役立っており、実験の結果、きわめて  
安定な動作を実現できた。磁気コイル 1 0 で発生  
したこの部分の磁界強度は 300~400G であつた  
が、これは、マグネトロン形スパッタ装置のター  
ゲット表面部での磁界強度とほぼ同程度である。

次に、本発明プラズマ付着装置の特性の具体例  
について述べる。第 1 ガス導入系 1 2 に Ar ガス  
を導入してプラズマを生成する場合、プラズマ生  
成室 1 のガス圧が  $1 \times 10^{-5}$  Torr ~  $10^{-2}$  Torr 以上  
というきわめて広範囲のガス圧領域において安定  
に放電を行うことができた。特に最適なガス圧領  
域は、 $1 \times 10^{-4}$  Torr ~  $1 \times 10^{-2}$  Torr であつた。

スパッタリング用ターゲット 1 6 を Al で形成  
し、マイクロ波パワーを 100W、スパッタ用電源  
1 9 の電圧を 500V としたとき、ターゲット 1 6  
に 400mA のイオン電流が流れた。このとき、ス  
パッタリング用ターゲット 1 6 にアルゴンイオン  
衝撃によるスパッタリング反応を生じてプラズマ  
流全体が深い青色を呈し、Al 原子が均一にスパ  
ッタされる状態が観察された。

第 3 図はガス圧  $5 \times 10^{-4}$  Torr ~  $5 \times 10^{-3}$  Torr  
でのスパッタ用電源電力と Al の付着速度との関  
係を示すもので、上述の条件では付着速度約 200  
Å/min となつた。ここで、マイクロ波パワーの  
増加により、イオン電流 (スパッタ用電源電流)  
および付着速度を容易に増加することができる  
ことがわかる。

本発明によれば、第 2 図に示したように、スバ

ツタされたM原子がプラズマ流6中でイオン化されて $M^+$ となり、プラズマ流6と一体となつて試料台8上に輸送されて薄膜を形成するので、プラズマ流6が試料台8を照射する領域、この例では15cmφの領域に、に限定されて膜が形成され、従つて効率のよい膜形成が可能である。また、この領域では均一性のよい膜形成が可能であり、中央10cmφの領域では±5%以下の均一性が得られた。

更にまた、付着するイオンおよびプラズマ流中の他のイオンがすでに述べたように程度のエネルギーを持つているから、付着性よく良質な膜形成が可能である。常温でAl膜を形成したにも拘らず、きわめて付着性よく1μmの厚さの膜を鏡面状態で形成することができた。また、テフロンのような付着性のきわめて低い材料を基板として用いても、その上にきわめて付着性がよく膜を形成することができた。

第1ガス導入系12からArとO<sub>2</sub>の混合ガス(もしくはO<sub>2</sub>ガスのみ)を導入し、あるいは第1ガス導入系12からArおよび第2ガス導入系13からO<sub>2</sub>を導入してスパッタリング用ターゲットAlと組合せることによつて、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>膜を低温で緻密かつ高品質に形成することができる。また、O<sub>2</sub>の代わりにN<sub>2</sub>を導入することにより、AlN膜、さらにスパッタリング用ターゲット16の材料として、Mo、W、Ta、Nbなど各種の金属、その他の材料を用いることによつてこれらの材料の膜、さらにはそれらの酸化膜あるいは窒化膜を形成することができる。また、例えば、第2ガス導入系13からSiH<sub>4</sub>ガスを導入することによつてSiと金属の合金やMoSi<sub>2</sub>、WSi<sub>2</sub>などのシリサイド膜を形成することができる。すなわち、本発明では、第1ガス導入系12および第2ガス導入系13からの導入ガスの選択、スパッタリング用ターゲット材質の選択およびこれらの組合せによつて、金属膜、化合物膜、合金膜などきわめて広範囲の材料の薄膜を低温できわめて高品質に形成できる。

なお、ターゲット16の形状は、任意に定めることができるが、プラズマ流6に面する表面がプラズマ流6に対して平行であることが好適である。

ターゲット16の形状および構造については、

上例に示したように純金属材料をリング状に加工したもの他に、リング状の基体の内周面上にターゲット材料を付着させた構造、薄板状のターゲット材料をリング状に配置した構造、塊状のターゲット材料など、用途に応じて種々の大きさおよび形状とすればよいことは当然である。

上述した実施例においては、ターゲット電極とシールド電極はリング状に形成されているが、必ずしもリング状に形成する必要はなく、プラズマ流6に面して1個所または複数個所に分割して設けてもよい。

次に、ターゲット電極およびシールド電極の取付け部分の具体例を第4図に示す。第4図において、第1図と同様の個所には同一符号を付すことにする。ここで、プラズマ生成室1は例えば内径150mmφ、高さ150mmとする。プラズマ引出し窓5はその直径を例えば50mmφ、60mmφ、70mmφに可変できるものとする。1Aはプラズマ生成室の側壁、2Aは試料室2の上部本体板であり、この本体部2Aには、プラズマ生成室1の窓径より大きい内径を有する穴あき円板21を、プラズマ流6の通過する中心開口をもつリング状の金属スペーサ22および23を介してボルト24により固着する。リング23は段付きとなし、その段部には、プラズマ流6の通過する中心開口をもつリング状の板25を介挿してリング22と23とにより挟持させる。この板25にはボルト26によりリング状の上部シールド電極18Aを固着する。上部シールド電極18Aはプラズマ流6の外縁にほぼ接するように内側に張り出したリング状のひさし部を有する。そのひさし部の内側には、プラズマ流6の通過する中心開口をもつ内側には、プラズマ流6の通過する中心開口をもつ絶縁物としてのマコール(商品名)によるリング状スペーサ27を介してターゲット電極17の上部を上部シールド電極18Aに、これとは電氣的に絶縁した状態で、ボルト28により固着する。更に、上部シールド電極18Aの側壁には貫通孔29をあけ、この孔29を介して電流端子30をターゲット電極17に取り付け、スパッタ用電源19からターゲット16に給電する。ターゲット電極17はリング状の上部ターゲット電極17Aとリング状の下部ターゲット電極17Bとから成り、両者は図示のように螺着され、それにより形成される



11

空所に例えば外径130mmφ、高さ30mmのターゲット16を収容することができる。上部シールド電極18Aの下端部にはひさし部をもつリング状の下部シールド電極18Bを螺着するものとする。このようにして、ターゲット16の装置あるいは交換時には、下部シールド電極18Bおよび下部ターゲット電極17Bを取り外してから、リング状のターゲット16をターゲット電極17Aと17Bとの間に収容し、次いでこれら下部電極17Bおよび18Bを各対応する上部電極17Aおよび18Aにそれぞれ螺着する。なお、シールド電極18Aおよび18Bには、図示のようなひさし部を設けず、点線で示すような形状としてもよいこと勿論である。

このような電極構造の下方、例えば下部シールド電極18Bから10mm下方には、例えば直径125mmφのシャッタ31を配置して、プラズマ流6の通過または遮断を制御する。

試料台8は例えば水冷の構造となし、この試料台8をマコールによるスペーサ32を介して腕33に固着する。この腕33は試料室2の側壁に固着する。更に試料台8の下方にはシールド板34を配置し、このシールド板34もまた腕33に固着する。

以上説明したように、本発明によれば、固体材料を薄膜形成用原料としてスパッタリングによりその原子を放出させ、そのスパッタ原子をプラズマ流によってイオン化し、かつ運動エネルギーを付与して膜形成するようにしたので、種々のガスを導入することと組合せることにより、きわめて広範囲の材料の膜を低温で高品質に形成できる。また、本発明では、従来のスパッタ装置とは異なり、プラズマ生成をマイクロ波による電子サイクロトロン共鳴を用いてスパッタリングとは独立に行うことによつて、 $10^{-5}$ Torr $\sim 10^{-2}$ Torr以上と

12

明によれば、スパッタ原子に付与する運動エネルギーをマイクロ波パワーで可変でき、各種の導入ガスのガス圧を広範囲に定めることができ、しかも2つの導入系からのガスの分圧を適当に定めることもでき、従つて、形成される膜の性質を広範囲に制御できる。しかもまた、イオン化された附着原子および分子がプラズマ流により試料基板上に運ばれるので、附着の効率が高まるだけでなく、試料室の他の部分への不必要な膜形成を生じないので、保守の容易さおよび歩留りの向上にも役立つという利点がある。

#### 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例の断面図、第2図は本発明によるプラズマ附着の原理の説明図、第3図は本発明の特性例として、スパッタ用電源電力とAlの附着速度との関係の実験結果を示す特性曲線図、第4図は本発明におけるターゲット電極およびシールド電極の構造の具体例を示す断面図である。

1…プラズマ生成室、1A…側壁、2…試料室、2A…上部本体板、3…マイクロ波導入窓、4…矩形導波管、5…プラズマ引出し窓、6…プラズマ流、7…試料基板、8…試料台、9…排気系、10…磁気コイル、11…磁気シールド、12…第1ガス導入系、13…第2ガス導入系、14…冷却水の給水口、15…排水口、16…スパッタリング用ターゲット、17…ターゲット電極、17A…上部ターゲット電極、17B…下部ターゲット電極、18…シールド電極、18A…上部シールド電極、18B…下部シールド電極、19…スパッタ用電源、21…穴あき円板、22, 23…リング状スペーサ、24, 26, 28…ボルト、25…リング状板、27…リング状スペーサ、29…貫通孔、30…電流端子、31…シャッタ、32…スペーサ、33…腕、34…シールド板。

スパッタ用電源電力 [W]	付着速度 [Å/min]
0	0
~100	~150
~200	~220
~300	~380

第 4 図

